



## Kurzbericht zum Forschungsprojekt

### NRW MEREBEN

## Maßnahmen zur Ertüchtigung von Regen- klärbecken und Hinweise zu deren Neubau

des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und  
Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

**Phase 1: Ertüchtigung des Bestandes**

**Phase 2: Neubau von Regenklärbecken**

Förderprogramm: ResA II

**Oktober 2018**

---

**Projektleiter:**

**Prof. Dr.-Ing. R. Mohn**  
(federführend)

**Prof. Dr.-Ing. M. Uhl**

**Prof. Dr.-Ing. H. Grüning**

**Sachbearbeiter:**

**Dr.-Ing. N. Voßwinkel**

**S. Ebbert M.Sc**

**M. Wietbüscher M.Sc**

**J. Schomaker-Loth B.Eng**



FH MÜNSTER  
University of Applied Sciences



IWARU Institut für  
Infrastruktur · Wasser ·  
Ressourcen · Umwelt



## Einführung

Die Bearbeitung des Forschungsvorhabens „Maßnahmen zur Ertüchtigung von Regenklärbecken und Hinweise zu deren Neubau (MEREBEN)“ erfolgte in zwei Phasen. In Phase 1 „Ertüchtigung des Bestandes“ wurde untersucht, wie bestehende Regenklärbecken in Rechteckbauweise bezüglich ihrer Reinigungsleistung durch einfache und kostengünstige Bauteile optimiert werden können. In Phase 2 sollten, aufbauend auf den Erkenntnissen aus Phase 1, Konstruktionen von rechteckigen, aber auch von runden Neubauten untersucht und optimiert werden.

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen im Projekt erläutert. Es schließt sich auf Basis der im Projekt erzielten Ergebnisse eine Handlungsempfehlung für die Ertüchtigung und den Neubau von Regenklärbecken an.

## Methodisches Vorgehen

Um den Bestand an rechteckigen Regenklärbecken und somit das Optimierungspotenzial des Bestandes repräsentativ darzustellen, wurde in einem ersten Schritt im Projekt eine Bestandserhebung von Regenklärbecken durchgeführt. Um eine fundierte Beurteilung der Becken zu gewährleisten, wurden die Becken in Funktionskomponenten unterteilt. Ausgewählte, besonders relevante Funktionskomponenten wurden im numerischen Modell vergleichend untersucht.

Die Bewertung der Funktionskomponenten wurde mit Hilfe von numerischen Simulationen durchgeführt. Die numerischen Simulationen wurden in einem physikalischen Modell mit dem Maßstab 1:5 anhand von Verweilzeitverteilungen validiert. Bei der Interpretation der im numerischen Modell berechneten Absetzwirkungsgrade ist zu berücksichtigen, dass diese für kontrollierte Randbedingungen definiert wurden. Zur Beurteilung der Funktionsgüte der Becken und ausgesuchter Optimierungen wurden Absetzwirkungsgrade bestimmt, welche für die Phase des Durchlaufbetriebs, d.h. während des Betriebs des Klärüberlaufs, gelten. Eine eventuelle Beeinflussung der Wirkungsgrade durch Feststoffe, die sich auf Grund von vorhergehenden Ereignissen (Becken im Dauerstau) oder aufgrund eines engen zeitlichen Bezuges mit vorhergehenden Ereignissen (Ereignisabfolge bei Becken ohne Dauerstau) noch im Becken befinden, wurde hier bewusst nicht betrachtet. Weiterhin wurde die simulierte Ereignislänge so kontrolliert, dass es den Partikeln zeitlich möglich war, sich entweder auf der Sohle abzusetzen oder das Becken über den Klärüberlauf zu verlassen. Diese Vorgehensweise im Rahmen der Modellierung hatte das Ziel, aufzuzeigen, wie hoch der „theoretisch maximal mögliche Wirkungsgrad“ der Becken sein kann.

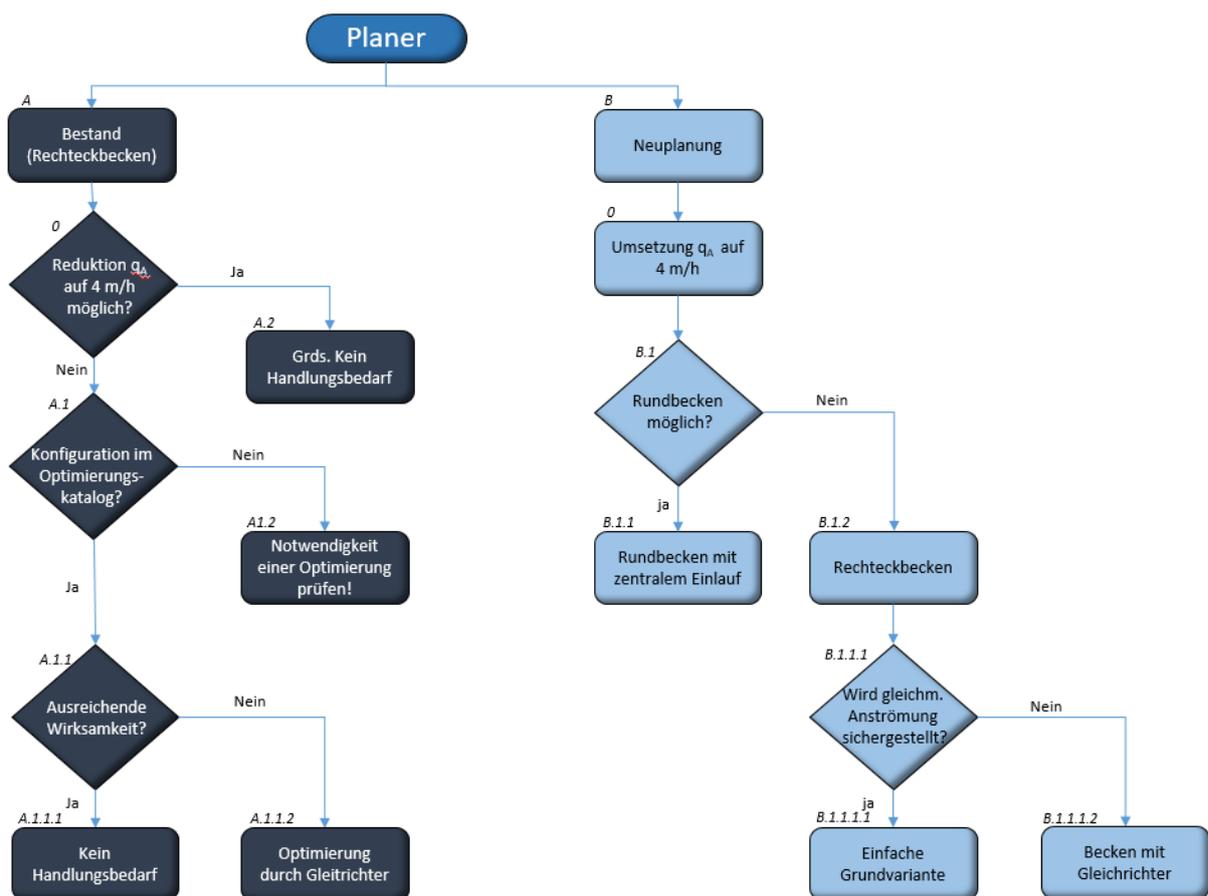
Auf Basis der Untersuchungen in diesem Projekt wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- Optimierungskatalog zur Ertüchtigung von Bestandsbecken
- Musterkonfigurationen für ein rechteckiges und ein rundes Regenklärbecken
- Sedimentationsbecken, das einer Filtration vorgeschaltet wird (einschließlich Bemessungsdiagrammen)

### Zusammenfassende Handlungsempfehlungen

Auf Basis der Ergebnisse beider Phasen des MEREBEN Projektes können Handlungsempfehlungen für die Ertüchtigung bestehender sowie auch für die Planung neuer Regenklärbecken formuliert werden.

Das in Bild 1 dargestellte Entscheidungs-Ablaufdiagramm visualisiert den Ablauf des Entscheidungsprozesses:



**Bild 1: Entscheidungs-Ablaufdiagramm im Rahmen der Ertüchtigung bestehender sowie der Planung neuer Regenklärbecken (die angegebenen Nummern entsprechen den erläuternden Kapiteln)**

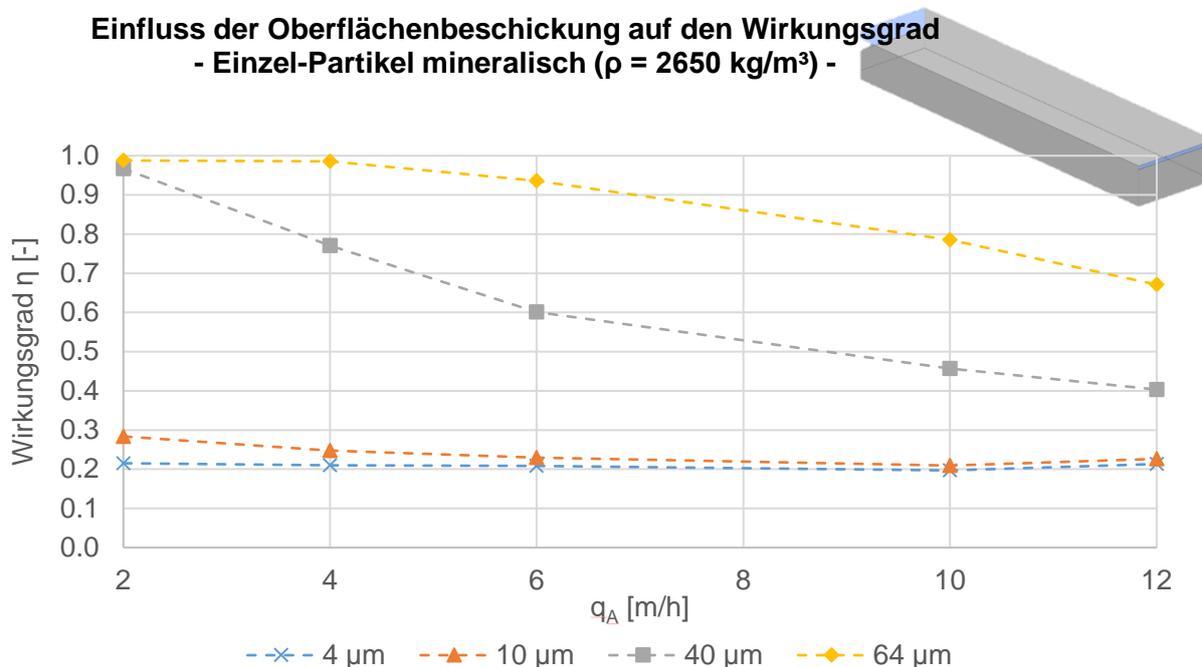
Im Weiteren werden die einzelnen Schritte im Entscheidungsprozess erläutert und auf Basis der im Projekt erzielten Ergebnisse begründet.

## A: Bestand

Im Projekt wurden Möglichkeiten zur Ertüchtigung von bestehenden, rechteckigen Regenklärbecken untersucht. Rundbecken wurden im Rahmen der Ertüchtigung nicht betrachtet.

### 0: Grundsätzliche Empfehlung: Reduktion $q_A$ auf 4 m/h

Bild 2 zeigt die Abhängigkeit des Wirkungsgrades  $\eta$  [-] eines Regenklärbeckens für mineralische Partikel unterschiedlicher Durchmesser  $d$  [ $\mu\text{m}$ ] von der Oberflächenbeschickung  $q_A$  [m/h]. Es zeigt sich deutlich, dass eine Reduktion der Oberflächenbeschickung von 10 m/h auf 4 m/h eine Erhöhung des Sedimentationswirkungsgrades der gröberen Fraktionen (40  $\mu\text{m}$  und 64  $\mu\text{m}$ ) um bis zu 40 %-Punkte bewirkt. Die feineren Fraktionen (4  $\mu\text{m}$  und 10  $\mu\text{m}$ ) reagieren hingegen nur mäßig auf eine Änderung der hydraulischen Belastung. Es gilt grundsätzlich: Je feiner die Partikel, desto schlechter sind sie durch Sedimentation abscheidbar und desto geringer ist der Einfluss der hydraulischen Belastung. Dies gilt äquivalent für organische Fraktionen.



**Bild 2: Abhängigkeit des Wirkungsgrades  $\eta$  [-] eines Regenklärbeckens für mineralische Partikel unterschiedlicher Durchmesser  $d$  [ $\mu\text{m}$ ] von der Oberflächenbeschickung  $q_A$  [m/h]**

Bezogen auf eine synthetische Sieblinie (Partikel-Durchmesser von 1  $\mu\text{m}$  bis 2000  $\mu\text{m}$ , bestehend aus mineralischen ( $2650 \text{ kg/m}^3$ ) und organischen ( $1020 \text{ kg/m}^3$ ) Anteilen) konnte bei

den in diesem Projekt betrachteten Becken eine Steigerung des massegewichteten Gesamtwirkungsgrades um ca. 13 %-Punkte erzielt werden.

Eine Reduktion der Oberflächenbeschickung von 10 m/h auf 4 m/h ist demnach sowohl für die Ertüchtigung eines Bestandsbeckens als auch im Rahmen einer Neuplanung zu empfehlen. Dies gilt sowohl für Rundbecken als auch für Rechteckbecken. Es konnte zudem bestätigt werden, dass die Oberflächenbeschickung ein sinnvoll gewählter, unabhängiger Parameter der Funktionsbeschreibung von Regenklärbecken ist.

Ist eine Reduktion der Oberflächenbeschickung auf 4 m/h möglich, so besteht aus hydraulischer Sicht kein Handlungsbedarf (A.2 Grds. Kein Handlungsbedarf). Unter spezifischen äußeren Randbedingungen kann es jedoch notwendig sein, trotz einer Reduktion der Oberflächenbeschickung das Becken einer weitergehenden Optimierung vorzunehmen. Dies ist im Einzelfall zu prüfen.

### **A.1 Ist die Einlauf-Konfiguration im Optimierungskatalog enthalten?**

Um eine fundierte Beurteilung der Becken zu gewährleisten, wurden diese in Funktionskomponenten unterteilt. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die Einflüsse jeder einzelnen Beckenkomponente eindeutig identifiziert werden können und diese sich nicht mit den Schwächen der anderen Komponenten überlagern.

Regenklärbecken gliedern sich in die Funktionskomponenten Einlaufbauwerk, Sedimentationskammer einschließlich AFS-Schutzraum und Klärüberlauf. Die separate Definition eines AFS-Schutzraums erwies sich jedoch als nicht erforderlich, wenn die Empfehlungen bezüglich der Funktionskomponente Einlaufbauwerk, welche den entscheidenden Einfluss auf das gesamte Becken ausübt, berücksichtigt werden.

Im Rahmen des Projektes wurde ein Optimierungskatalog erarbeitet, der es erlaubt, eine Bewertung sowohl des Ist-Zustandes eines Rebenbeckens als auch unterschiedlichster Einbauten vorzunehmen. Die Bewertung beruht bislang auf den im Projekt entwickelten Strömungs-Indikatoren. Diese bewerten, inwieweit eine vergleichmäßigte Anströmung, d.h. eine von Kurzschlussströmungen freie Pfropfenströmung (blockförmiges Geschwindigkeitsprofil) der Sedimentationskammer durch die Einlaufkomponente erreicht wird.

Sämtliche Empfehlungen gelten unter der Einschränkung, dass sie nur für die hier definierten geometrischen Verhältnisse untersucht wurden. Hiervon abweichende reale Verhältnisse erfordern eine Nachoptimierung zur Feinabstimmung der Anordnung der Einbauten und ihrer Abmessungen.

Folgende grundsätzliche Aussagen zur Gestaltung von Regenklärbecken konnten im Projekt erzielt werden:

## **Funktionskomponente Einlaufbauwerk**

Das Einlaufbauwerk hat einen wesentlichen Einfluss auf die Durchströmung von Absetzbecken.

Unter den getesteten, in der Praxis üblichen Einbauten für bestehende Becken mit beckenparallelem Einlauf hat die Prallwand, welche sich, im Unterschied zur Prallplatte, über die gesamte Beckenhöhe erstreckt, den besten Eindruck hinterlassen. Für Becken mit rechtwinkliger (transversaler) Anströmung konnten leicht bessere Wirkungsgrade als bei beckenparalleler Anströmung erzielt werden. Dies gilt jedoch nur, sofern der Beckenraum vom Zulauf durch eine überströmbare Wand abgetrennt wird. Zusätzlich wurde ein Gleichrichter, der nicht zu den bisher üblichen Einbauten zählt, für beide Anström-Situationen mit vielversprechenden Ergebnissen getestet.

Das Ergebnis ist ein Katalog der untersuchten Einbauten einschließlich einer Bewertung unter Berücksichtigung der Abmessungsverhältnisse.

### ***Anmerkung:***

Im Rahmen von zusätzlichen Untersuchungen im weiteren Projektverlauf wurde das Sedimentationsverhalten von sehr feinen Partikeln (Feinfraktion im AFS63) in der Strömung detailliert betrachtet. Ergebnis dieser Untersuchungen ist, dass sich sehr feine Partikel – anders als vermutet - konträr zu den gröberen Partikeln in der Strömung verhalten. Die Darstellung in Bild 3 visualisiert die Problematik.

Bietet eine von Kurzschlussströmungen freie Pfropfenströmung (blockförmiges Geschwindigkeitsprofil) für gröbere Partikel optimale Absetzbedingungen, so wirken sich nach derzeitigem Kenntnisstand kontrollierte Rezirkulationen positiv auf den Absetzwirkungsgrad von feinen Partikeln aus.

Die Abgrenzung dieser zwei Fraktionen ist jedoch nicht über die Korngröße möglich. Vielmehr hängt das Verhalten der Partikel sowohl von der einwirkenden Strömung (hydraulische Belastung) als auch vom Partikel (Sinkgeschwindigkeit) selbst ab. Daher erfolgt eine Abgrenzung über die sog. Hazen-Zahl ( $Ha = \text{Sinkgeschwindigkeit } v_s / \text{Oberflächenbeschickung } q_A [-]$ ). Als Grenzwert wird derzeit eine Hazen-Zahl von 0,5 angenommen.

Diese Erkenntnisse lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des Optimierungskataloges noch nicht vor. Die bislang im Katalog enthaltenen Strömungs-Indikatoren sind als Bewertung für die

Fraktionen ( $q_A = 10 \text{ m/h}$ ) größer ca.  $44 \mu\text{m}$  anwendbar. Eine Erweiterung des Optimierungskataloges zur Bewertung der Becken hinsichtlich des Rückhaltes sehr feiner Fraktionen ist geplant.

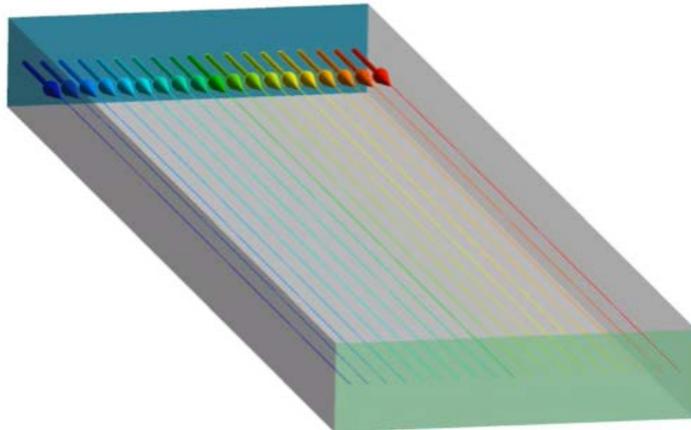
**Partikel**

Dichte =  $2650 \text{ kg/m}^3$

Durchmesser  $\rightarrow v_s/q_A$

$63 \mu\text{m}$	$40 \mu\text{m}$	$2 \mu\text{m}$
		
$v_s = q_A$	$2 \cdot v_s = q_A$	$v_s \ll q_A$
$Ha = 1$	$Ha = 0,52$	$Ha = 0.0003$
$\eta = 1,00$	$\eta = 0,52$	$\eta = 0,00$

*Feinsand/Mittelsand =  $200 \mu\text{m} = 0,2 \text{ mm}$*



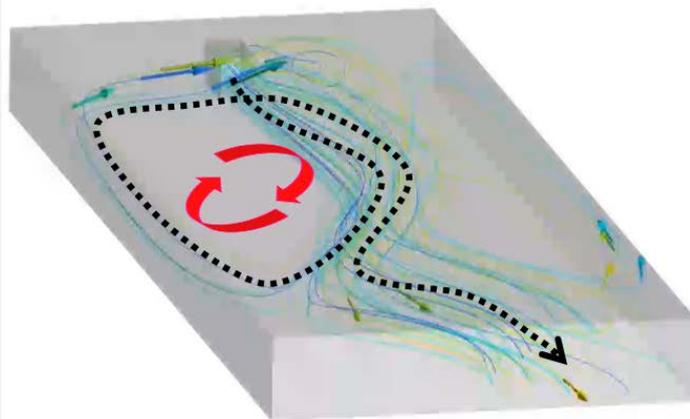
**Partikel**

Dichte =  $2650 \text{ kg/m}^3$

Durchmesser  $\rightarrow v_s/q_A$

$63 \mu\text{m}$	$40 \mu\text{m}$	$2 \mu\text{m}$
		
$v_s = q_A$	$2 \cdot v_s = q_A$	$v_s \ll q_A$
$Ha = 1$	$Ha = 0,52$	$Ha = 0.0003$
$\eta = 0,65$	$\eta = 0,50$	$\eta = 0,09$

*Feinsand/Mittelsand =  $200 \mu\text{m} = 0,2 \text{ mm}$*



**Bild 3: Wirkungsgrade für drei ausgewählte Partikel mit mineralischer Dichte bei gleichmäßiger Durchströmung (oben) und Durchströmung mit Rezirkulationen (unten)**

### **Funktionskomponente Sedimentationskammer und AFS-Schutzraum**

Da die grundsätzlichen Abmessungen eines Beckens im Bestand nicht geändert werden können, ohne Volumen zu verlieren, wird diesbezüglich keine Empfehlung ausgesprochen.

Prinzipiell zeigt sich weiterhin, dass die Abmessungen der Sedimentationskammer keinen maßgeblichen Einfluss auf deren ureigene Funktion haben, vorausgesetzt, die zulässige Oberflächenbeschickung für die Zielpartikel wird nicht überschritten. Die Größe der Schubspannungen auf der Sohle zeigen nahezu ausnahmslos, dass kein besonderer Schutz des Schutzraumes notwendig ist.

In diesem Fall erübrigt sich dann auch die separate Definition eines AFS-Schutzraums. Aus diesem Grund erübrigen sich ebenfalls weitere Einbauten zur Abgrenzung eines AFS-Schutzraums, sodass auch diesbezüglich keine Empfehlung gegeben wird.

### **Funktionskomponente Klärüberlauf**

Keine der untersuchten Konstruktionen des Klärüberlaufs verursacht im Bereich des Kontrollquerschnittes einen großen Einfluss auf die Geschwindigkeitsverteilung im Becken. Lediglich in der Ecke zwischen Beckensohle und –rückwand liegt, im Längsschnitt betrachtet, eine kleine Rezirkulation vor, die völlig unkritisch ist. Die hier untersuchten Klärüberläufe sind daher alle gleichermaßen empfehlenswert. Die Auswahl einer Konstruktion kann nach anderen Kriterien als denen der Beckendurchströmung entschieden werden.

#### **A.1.1 Ausreichende Wirksamkeit?**

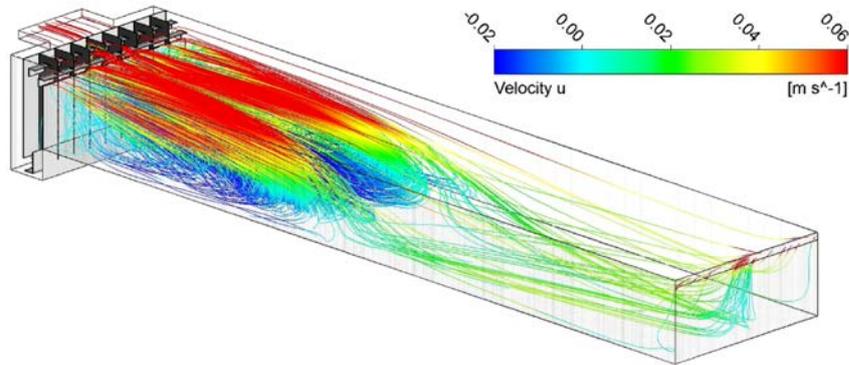
Wird anhand des Optimierungskataloges in Kombination mit den spezifischen Gegebenheiten des Beckens (z.B. angeschlossenes Gewässer, Einzugsgebiet, Feststoffaufkommen, Überlaufhäufigkeit etc.) eine ausreichende Wirksamkeit des Beckens befunden, so besteht kein weiterer Handlungsbedarf (A.1.1.1 Kein Handlungsbedarf). Andernfalls wird eine Optimierung durch einen Gleichrichter empfohlen.

#### **A.1.1.2 Optimierung durch Gleichrichter**

Besteht am betrachteten Becken Handlungsbedarf, so ist gemäß den vorliegenden, spezifischen Ansprüchen vor Ort eine Optimierungsvariante im Optimierungskatalog auszuwählen.

Als besonders wirksam hat sich im Projekt der sogenannte Gleichrichter mit Grundwalze erwiesen. Der Gleichrichter mit Grundwalze ist der im Optimierungskatalog erfassten Variante mit Schütz und Diffusor ähnlich. Bei der Konzeption dieses Bauteil ist jedoch die oben beschriebene Problematik der feinen Partikel und ihrer positiven Reaktion auf Rezirkulationen berücksichtigt. Dieses Bauteil beinhaltet zum einen den positiven Effekt der Variante Schütz

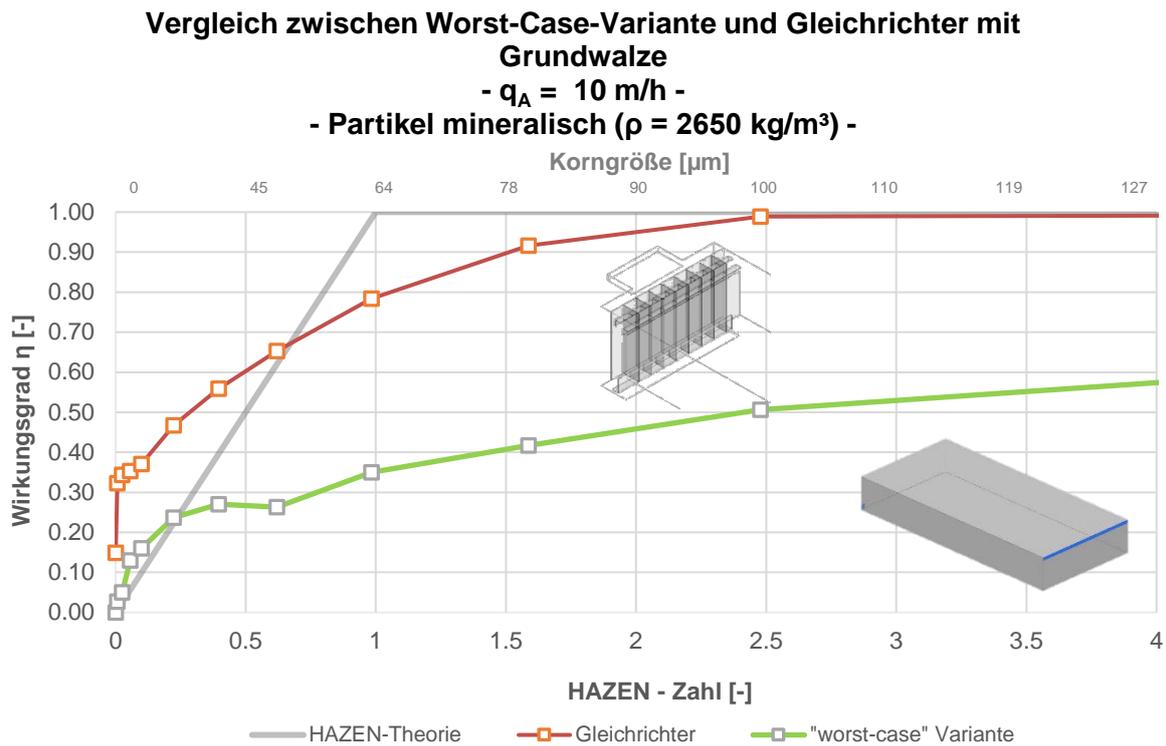
und Diffusor (Steigerung der Absetzleistung im Becken durch eine Gleichrichtung der Strömung für grobe Fraktionen), zum anderen werden jedoch auch die feinen Partikel durch eine gezielt induzierte Grundwalze verbessert abgeschieden (Bild 4).



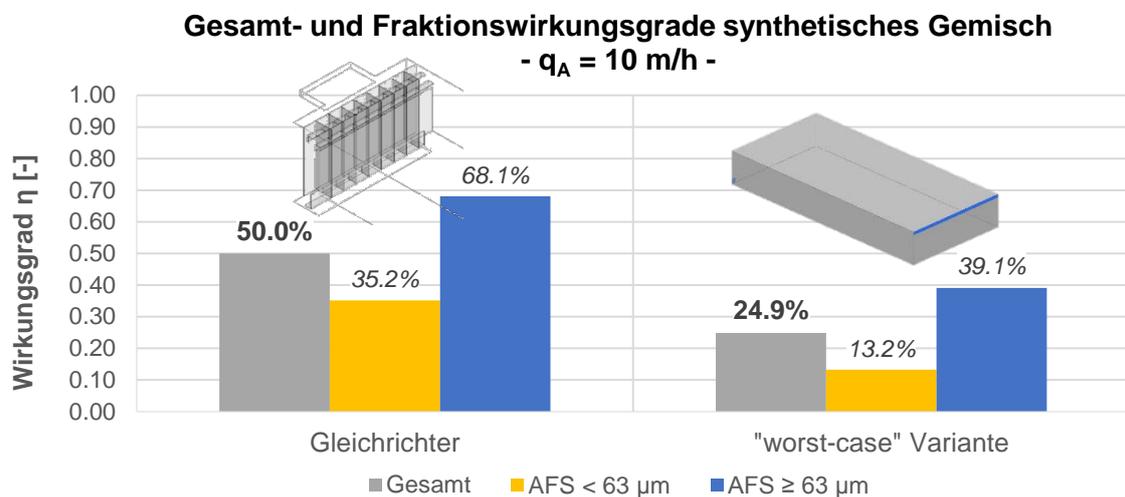
**Bild 4: Durchströmungscharakteristik im Becken bei Einsatz des Gleichrichters mit Grundwalze**

Die Verbesserung der Absetzwirkung durch den Einsatz eines Gleichrichters ist im Diagramm in Bild 5 im Vergleich zu einer sogenannten Worst-Case-Variante dargestellt. Der neu entwickelte Gleichrichter mit Grundwalze verbessert die Wirkungsgrade der verwendeten mineralischen Partikel sowohl für die feinen als auch für die groben Fraktionen deutlich. Auch bei Verwendung des synthetischen Partikelgemisches zeigen sich sowohl für die gesamte Sieblinie als auch für die Fraktionen  $<63 \mu\text{m}$  und  $>63 \mu\text{m}$  deutlich höhere massegewichtete Wirkungsgrade durch den Einsatz des Gleichrichters (Bild 6).

Es ist anzumerken, dass das Bauteil Gleichrichter mit Grundwalze noch nicht abschließend optimiert wurde. Die hier dargestellten Wirkungsgrade könnten durch eine weitergehende Optimierung noch verbessert werden.



**Bild 5: Verbesserung des Wirkungsgrades durch Einsatz eines Gleichrichters mit Grundwalze gegenüber einer sog. Worst-Case-Variante; Einzelpartikel**



**Bild 6: Verbesserung des Wirkungsgrades durch Einsatz eines Gleichrichters mit Grundwalze gegenüber einer sog. Worst-Case-Variante; synthetisches Partikelgemisch**

## **B: Neuplanung**

Weiterhin wurden im Projekt Empfehlungen für die Neuplanung eines Regenklärbeckens erarbeitet. Es ist nochmals anzumerken, dass für den Neubau von Regenklärbecken - gleichsam der Optimierung - gilt, dass eine Oberflächenbeschickung von  $q_A = 4 \text{ m/h}$  vorgesehen werden sollte.

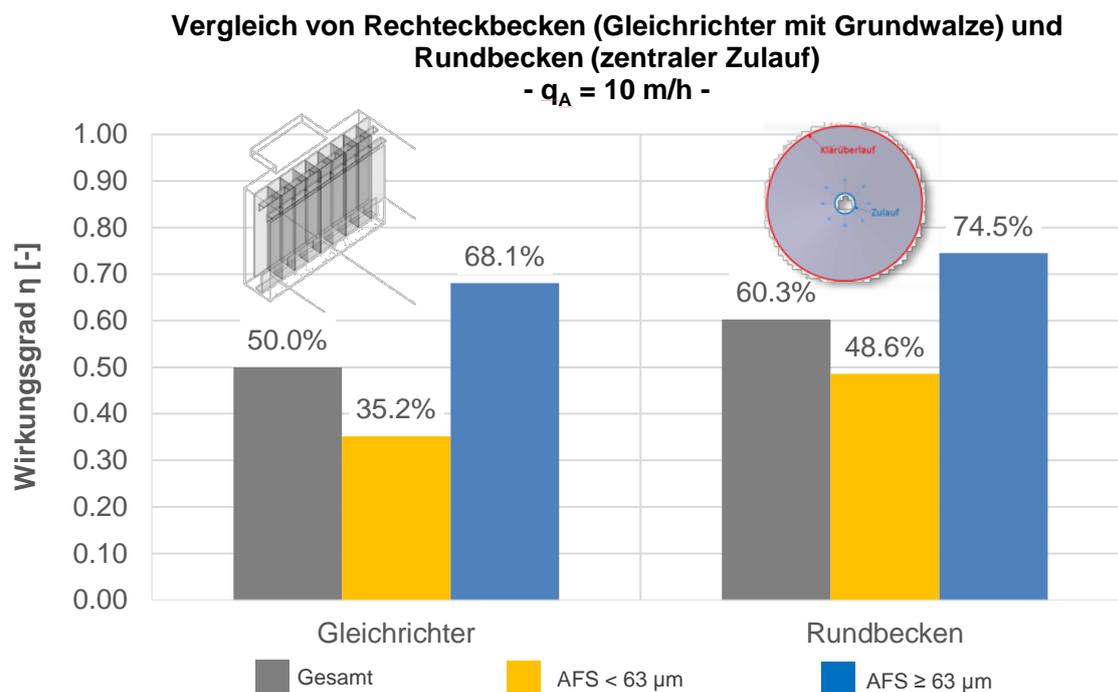
Im Rahmen der Neuplanung sind die folgenden definierten Fragestellungen bzw. Hinweise zu berücksichtigen.

### **B.1 Ist ein Rundbecken möglich?**

Im Rahmen der Optimierung eines Regenklärbeckens in runder Bauweise konnten folgende Erkenntnisse zur Konstruktion eines Rundbeckens gewonnen:

- Der Zulauf-Durchmesser sollte möglichst groß gewählt werden.
- Es ist eine möglichst große Oberfläche (großes Durchmesser-Tiefen-Verhältnis) zu wählen, sodass eine geringe Oberflächenbeschickung resultiert.
- Eine Einleitung auf etwa 85 % des Radius wird nur bedingt empfohlen.
- Ein zentraler Klärüberlauf (mit tangentialer Anströmung) ist grundsätzlich zu vermeiden.
- Ein zentraler Einlauf mit gleichmäßiger, punktsymmetrischer Anströmung und radialer Durchströmung von innen nach außen ist gegenüber einer klassischen, tangentialen Anströmung mit Rotationsströmung zu bevorzugen.

Wenn der Gewässerschutz nahelegt, dass die Zielgröße der Abscheidung die feineren, mineralischen Partikel  $< 44 \mu\text{m}$  sein sollen, dann ist ein Rundbecken mit optimal punktsymmetrischer, zentraler Anströmung allen anderen Konfigurationen, auch Rechteckbecken mit kontrollierter Grundwalze, weit überlegen (Bild 7).



**Bild 7: Vergleich des Wirkungsgrades eines Rundbeckens mit zentralem Zulauf mit dem eines Rechteckbeckens, ausgerüstet mit einem Gleichrichter mit Grundwalze**

Der Gesamt-Absetzwirkungsgrad des Rundbeckens liegt für ein Partikel-Gemisch aus mineralischen ( $\rho=2650 \text{ kg/m}^3$ ) und organischen Anteilen ( $\rho=1020 \text{ kg/m}^3$ ) und einer Oberflächenbeschickung  $q_A = 10 \text{ m/h}$  bei  $\eta_{\text{ges}} = 60,3 \%$ . Damit liegt der Wirkungsgrad des in dieser Untersuchung optimierten Rundbeckens deutlich über dem des optimierten Rechteckbeckens ( $\eta_{\text{ges}} = 50,0 \%$ ). Dieser Vorteil kann evtl. noch vergrößert werden, wenn das Rundbecken weiteren Optimierungsläufen unterzogen wird, für die in diesem Vorhaben keine Mittel mehr zur Verfügung standen.

Basierend auf diesen Ergebnissen wird für den Neubau eines Regenklärbeckens ein rundes Becken mit zentraler Anströmung und einem außen umlaufenden Klärüberlauf (B.1.1 Rundbecken mit zentralem Einlauf) empfohlen.

### B.1.2 Rechteckbecken

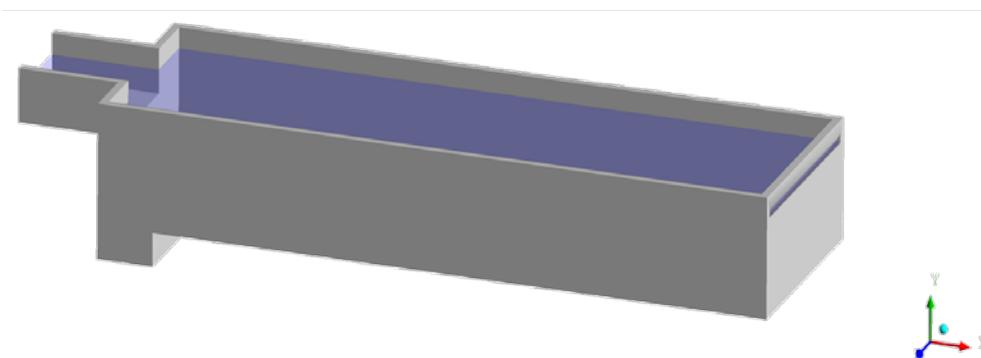
Sollte ein Rundbecken auf Grund der örtlichen Gegebenheiten o.ä. nicht umsetzbar sein, so kann unter Berücksichtigung der folgenden Hinweise ein rechteckiges Becken vorgesehen werden.

### B.1.1.1 Wird gleichmäßige Anströmung sichergestellt?

Zentrale Frage im Rahmen eines neu zu planenden Rechteckbeckens ist es, ob eine möglichst symmetrische Anströmung über einen großen Querschnitt vor Ort gewährleistet werden kann.

#### B.1.1.1.1 Einfache Grundvariante

Die folgende Darstellung in Bild 8 zeigt die empfohlene Konstruktion eines rechteckigen Regenklärbeckens, welche für einen symmetrisch angeordneten Zulauf mit gleichmäßiger, blockförmiger Geschwindigkeitsverteilung vorgesehen werden sollte. Der Zulauf ist obenliegend und weist einen möglichst breiten Querschnitt auf. Es ist darauf zu achten, dass eine Fließgeschwindigkeit von  $v_{\text{Ein}} = 0,2 \text{ m/s}$  im Zulauf nicht überschritten wird. Durch die obenliegende Anordnung des Zulaufes wird der Effekt der Grundwalze auch ohne weitere Einbauten im Becken erzeugt. Weiterhin ist durch diese Anströmung die Sohle vor hohem Schubspannungsangriff geschützt. Das Becken ist so lang und so flach wie möglich zu konstruieren, allerdings nicht flacher als die Höhe des Zulaufkanals. Darüber hinaus ist ein angemessener Abstand der Beckensohle zur Sohle des Zulaufkanals zu wählen. Sofern eine gleichmäßige Anströmung im Zulauf vor Ort sichergestellt ist, so ist kann eine Optimierung durch weitere Einbauten keine wesentliche Verbesserung bewirken.



**Bild 8: Empfohlene Konstruktion eines Rechteckbeckens sofern eine symmetrisch, gleichmäßige Anströmung gewährleistet ist**

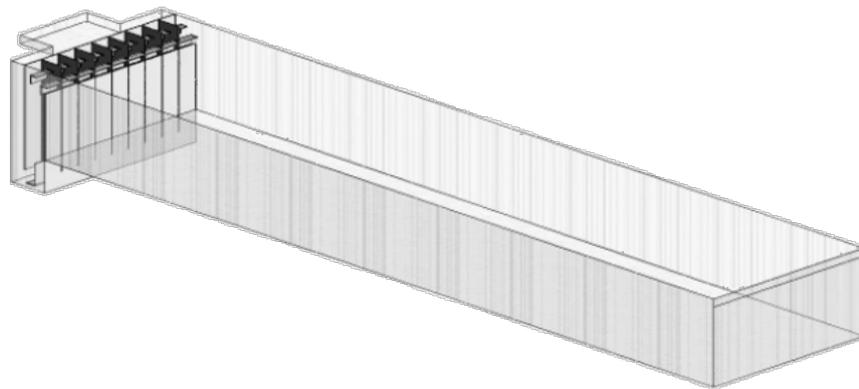
#### B.1.1.1.2 Becken mit Gleichrichter

Unter folgenden Randbedingungen ist im Rahmen einer Neuplanung eines Regenklärbeckens ein Gleichrichter mit Grundwalze (Bild 9) vorzusehen:

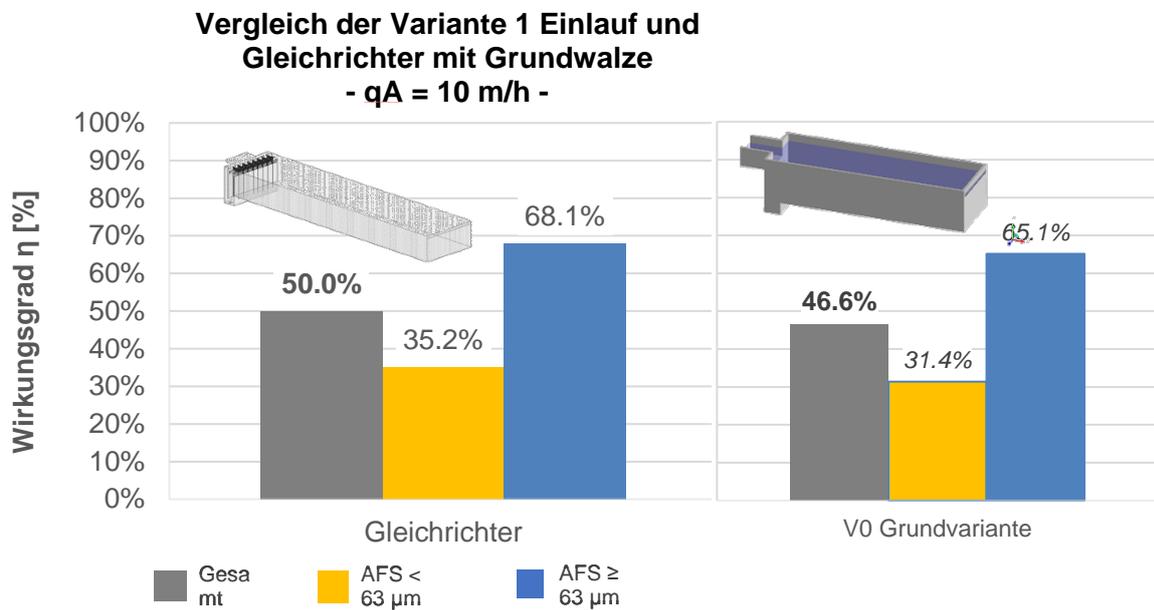
- Es liegt eine komplexe Einlaufsituation vor, die keine symmetrische und gleichverteilte Geschwindigkeitsverteilung im Zulauf erwarten lässt.
- Es gelten erhöhte Anforderungen durch das Gewässer.
- Es ist mit hohem Schadstoffaufkommen im Einzugsgebiet zu rechnen.

→ Das Becken entlastet häufig.

Ein Becken mit Gleichrichter kann Wirkungsgrade erzielen, die um einige Prozente besser sind, als die eines Beckens mit symmetrischer, gleichmäßig verteilter Anströmung (Bild 10).



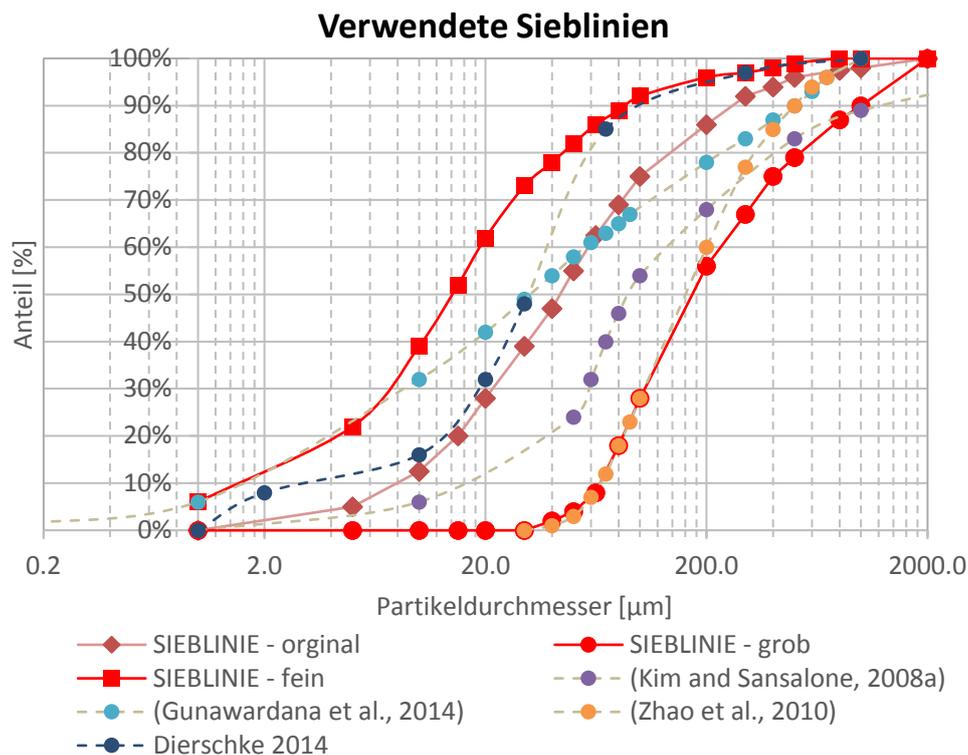
**Bild 9: Eingebauter Gleichrichter im Regenklärbecken**



**Bild 10: Vergleich des Wirkungsgrades eines Beckens mit symmetrischer, gleichmäßiger Anströmung (Grundvariante) und eines Beckens ausgerüstet mit einem Gleichrichter**

## Exkurs: Einfluss des Einzugsgebietes auf den Wirkungsgrad eines Regenklärbeckens

Im Rahmen des Projektes wurde eine synthetische Sieblinie entwickelt, deren Korngrößenverteilung einer echten Sieblinie der Feststoffe im Zulauf eines Regenklärbeckens ähnlich ist. Hierzu wurden die zur Verfügung stehende Literatur ausgewertet und berücksichtigt (Bild 11).

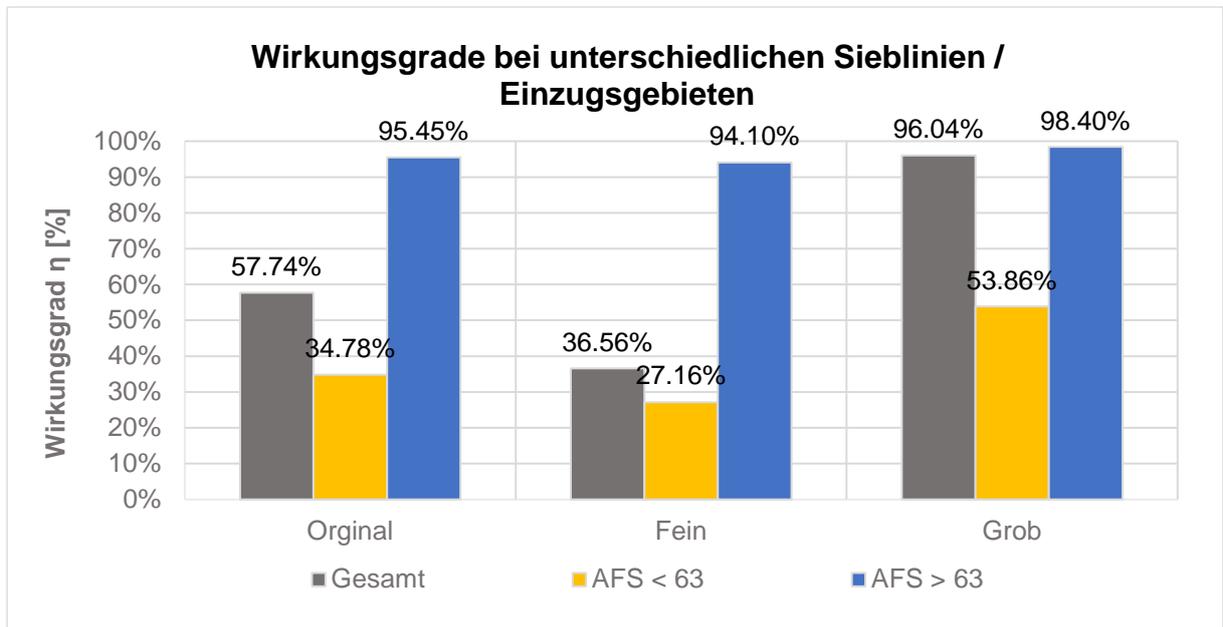


**Bild 11: Verwendete Sieblinie („original“) im Vergleich zu Literaturangaben sowie eine gröbere und eine feinere Variante der Sieblinie**

Die Form und Zusammensetzung einer Sieblinie der Feststoffe im Zulauf eines Regenklärbeckens hängt direkt von der Charakteristik eines spezifischen Einzugsgebietes ab. Um zu untersuchen, inwieweit der Wirkungsgrad eines Regenklärbeckens (Zulauf über das obere  $\frac{1}{4}$  des gesamten Querschnittes; Oberflächenbeschickung von  $q_A=10$  m/h) von der Zusammensetzung der Feststoffe und damit von der Charakteristik des angeschlossenen Einzugsgebietes abhängt, wurden neben der originalen „mittleren“ Sieblinie jeweils eine „feinere“ und eine „gröbere“ Sieblinie entworfen. Es wurden hierbei ausschließlich mineralische Partikel berücksichtigt.

Anhand der ermittelten Wirkungsgrade für die drei unterschiedlichen Sieblinien (Bild 12) zeigt sich, dass der Einfluss des Einzugsgebietes auf den Wirkungsgrad eines Beckens deutlich höher ist als der Einfluss der baulichen Konfigurationen des Beckens. Ist der Anteil an feinsten Partikeln im Zulauf zum Becken besonders groß, so kann der massegewichtete Wirkungsgrad

um bis zu 60 %-Punkte geringer ausfallen als bei einer Sieblinie mit vorwiegend groben Bestandteilen.



**Bild 12: Vergleich der Wirkungsgrade eines Beckens (rechteckig, Zulauf über das obere Viertel des Einlaufquerschnitts) für die drei unterschiedlichen Sieblinien (bestehend ausschließlich aus mineralischen Anteilen) für eine Oberflächenbeschickung von  $q_A = 10 \text{ m/h}$ ; Ergebnisse sind je nach Fraktion aufgeschlüsselt („Gesamt“ = gesamte Sieblinie sowie die Fraktionen <63  $\mu\text{m}$  und >63  $\mu\text{m}$ )**

Eine direkte Übertragung der Ergebnisse aus den im diesem Projekt durchgeführten numerischen Simulationen auf den Wirkungsgrad von in Situ Becken ist daher schwierig, da die Charakteristik des Einzugsgebietes zumeist nicht bekannt ist und auch die Zusammensetzung der Feststoffe von Regenereignis zu Regenereignis variieren kann. Ein Vergleich von Becken untereinander ist nur bei Verwendung einer identischen Sieblinie möglich.